

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 357 944
A1**

2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 89114016.2

51

Int. Cl.⁵: **A61B 6/14 , A61B 6/03 ,
G01T 1/00**

22

Anmeldetag: 28.07.89

30

Priorität: 12.08.88 DE 3827474

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.03.90 Patentblatt 90/11

84

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

71

Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

72

Erfinder: Schulze-Ganzlin, Ulrich, Dipl.-Ing-
(TH)
Seehofstrasse 1
D-6143 Lorsch(DE)
Erfinder: Schwotzer, Axel, Dipl.-Ing. (TH)
Georgenstrasse 32
D-6087 Büttelborn(DE)
Erfinder: Pfeiffer, Joachim, Dr.
Eifelstrasse 33
D-6140 Bensheim(DE)

54

Zahnärztliche Röntgendiagnostikeinrichtung zur Erstellung von Panorama-Schichtaufnahmen vom Kiefer eines Patienten.

57

Es wird eine Einrichtung beschrieben, bei der anstelle eines Röntgenfilmes eine Detektoranordnung (1a) mit ein oder mehreren CCD-Sensoren vorgesehen ist, welche elektrische Signale proportional zur Strahlungsintensität bilden. Um während einer Aufnahme gleichzeitig mehrere Schichten mit variablem Tiefenschärfenbereich erfassen zu können, wird vorgeschlagen, zumindest einige der CCD-Spalten (b) über getrennte Takteingänge mit unterschiedlicher Taktfrequenz (t) anzusteuern.

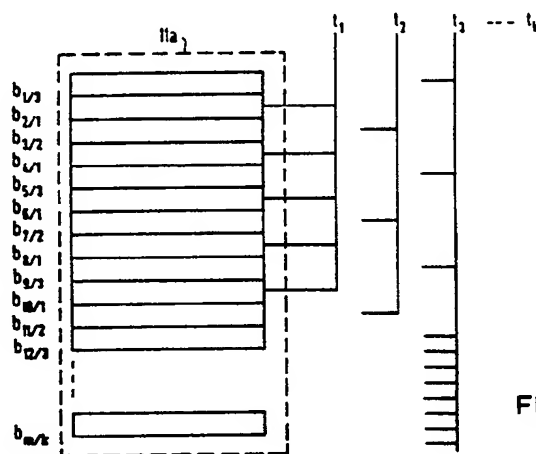


FIG 7

EP 0 357 944 A1

Zahnärztliche Röntgendiagnostikeinrichtung zur Erstellung von Panorama-Schichtaufnahmen vom Kiefer eines Patienten

Die Erfindung bezieht sich auf eine Röntgendiagnostikeinrichtung derjenigen Gattung, wie sie in der deutschen Patentanmeldung P 37 04 858 beschrieben ist. Eine solche Einrichtung unterscheidet sich von konventionellen Panorama-Schichtaufnahmegeräten dadurch, daß anstelle des hinter der Sekundärblende vorbeibewegten Röntgenfilmes eine ortsfeste GGD-Sensoranordnung vorgesehen ist, welche mit Hilfe eines Taktgenerators so angesteuert wird, daß die erhaltenen Ladungsbilder mit der gleichen Geschwindigkeit in eine Speicherzone getaktet und dann zeilenweise über ein Shift-Register wieder ausgetaktet werden, mit der ein Röntgenfilm in der konventionellen Aufnahmetechnik relativ zum Sekundärspalt bewegt wird. Die Taktfrequenz ist dabei nach der Beziehung

$$f_{\text{Takt}} = \frac{v}{n_x \cdot a}$$

gewählt, wobei v die Filmgeschwindigkeit, n_x das Abbildungsverhältnis des bildübertragenden Systems und a den Zeilenabstand darstellen.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Röntgendiagnostikgerät der vorgenannten Gattung eine Möglichkeit anzugeben, während einer Aufnahme gleichzeitig mehrere Schichten erfassen zu können, wobei die Schichten innerhalb gewisser Grenzen frei bestimmbar sein sollen. Es soll ferner eine Möglichkeit gegeben sein, aussagekräftige Aufnahmen auch von Schichten, die nicht in einer Ebene liegen, vielmehr einen gekrümmten Verlauf einnehmen, z.B. von schräg im Kiefer liegenden Zähnen, erstellen zu können.

Dadurch, daß zumindest einige der CCD-Spalten der CCD-Sensoranordnung über getrennte Takteingänge mit unterschiedlicher Taktfrequenz angesteuert werden, lassen sich mehrere Schichten während eines Aufnahmeablaufs gleichzeitig erfassen. Jede Schicht kann dabei innerhalb gewisser Grenzen frei definiert werden.

Die unterschiedliche Ansteuerung braucht nicht gleichmäßig über den CCD-Sensor vorgenommen zu sein; sie kann vorteilhafterweise auf bestimmte Flächenbereiche des CCD-Sensors bzw. der Sensoranordnung konzentriert werden. Die Taktfrequenzen von Gruppen von Spalten können so aufgeteilt werden, daß die aufgenommene Schicht einen gekrümmten Verlauf einnimmt, so daß sich auch schräg im Kiefer liegende Zähne scharf abbilden lassen.

Die Tiefenschärfe der erstellten Schicht kann durch Veränderung der Bildzonenbreite des Sensors variiert werden, indem einige Zeilen des Sensors passiviert werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

Figur 1 in einer Übersichtsdarstellung die wesentlichen Teile einer zahnärztlichen Röntgendiagnostikeinrichtung gemäß der Erfindung,

Figur 2 einen Teil der Strahlenaufnahmeeinheit in schaubildlicher Darstellung,

Figur 3 eine Variante zu der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform.

Figur 4 ein Prinzipschaltbild zur Aufbereitung und Auswertung der Signale,

Figuren 5 und 6 eine vereinfachte Darstellung von Sekundärspalt einerseits und CCD-Sensor andererseits,

Figur 7 eine Prinzipdarstellung, betreffend die Ansteuerung der Spalten mit unterschiedlicher Frequenz,

Figuren 8 bis 10 eine Prinzipdarstellung des Vorganges einer Unterbrechung des Ladungstransports durch Ableiten von Ladungen.

Die Figur 1 zeigt in stark vereinfachter perspektivischer Darstellung die wesentlichen Teile einer zahnärztlichen Röntgendiagnostikeinrichtung zur Erstellung von Panorama-Schichtaufnahmen. In bekannter Weise enthält die Diagnostikeinrichtung eine um eine lotrechte Achse schwenkbare Dreheinheit 1, bestehend aus einem Tragarm 2, an dessen einem Ende ein Röntgenstrahler 3 und an dessen anderem Ende eine Strahlenaufnahmeeinheit 4 gehalten sind. Die Dreheinheit 1 ist in bekannter Weise relativ zum Patientenkopf 5 derart verstellbar, daß sich eine Übersichtsaufnahme vom gesamten Kiefer 6 eines Patienten erstellen läßt. Die hierzu erforderlichen Verstelleinrichtungen und Bewegungsabläufe, die die Dreheinheit ausführt, sind hinlänglich bekannt, brauchen deshalb nicht mehr im einzelnen erläutert zu werden.

Die Strahlenaufnahmeeinheit 4 enthält in bekannter Weise eine Blende 7 mit einem Sekundärspalt 8 in den Abmessungen von beispielsweise 5 x 125 mm. An den Sekundärspalt 8 schließen sich Mittel zur Konversion der Röntgenstrahlen in sichtbare Strahlen an. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist hierzu (Figur 2) in Sekundärspaltebene eine Szintillatorschicht 9 in den Abmessungen des Sekundärspaltes vorgesehen. An die Szintillatorschicht 9 schließt sich ein Bildübertragungselement 10 in Form einer Faseroptik an, die das Format des Sekundärspaltes von 5 x 125 mm auf das Format

der Bildzone eines CCD-Sensors 11 mit den Abmessungen von beispielsweise 8 x 8 mm verkleinert.

Bei dem CCD-Sensor 11 handelt es sich um einen Typ, bei dem Speicher- und Bildzone (11a, 11b) innerhalb des chips räumlich getrennt angeordnet sind und bei dem das shift-Register 11c mit der CCD-Speicherzone 11b gekoppelt ist. Anstelle dieses CCD-Typs kann auch ein CCD-Typ verwendet werden, bei dem Bild und Speicherzone zusammenliegend innerhalb eines chips angeordnet sind. In Verbindung mit der oben beschriebenen Analogie zwischen der Ladungsbewegung und der Filmbewegung ist es vorteilhaft, einen CCD-Sensor zu verwenden, der keine Speicherzone mehr enthält, bei dem also die Signale zeilenweise direkt in das shift-Register geschoben und dann ausgetaktet werden.

Um die Funktionsbeschreibung zu vereinfachen, wird in der nachfolgenden Beschreibung davon ausgegangen, daß der gesamte Sekundärspalt 8 auf der Oberfläche eines einzigen CCD-Sensors abgebildet wird, wie dies in Figur 2 dargestellt ist. Aus heutiger Sicht ist es jedoch angezeigt, mehrere CCD-Sensoren vorzusehen, um den Sekundärspalt 8 abzudecken, wie dies in Figur 3 dargestellt ist. Entsprechend dieser Darstellung sind zur Abbildung des Sekundärspaltes 8 zwei etwa rechtwinklig zur Sekundärspaltebene angeordnete CCD-Sensoren 12 und 13 und, als Übertragungselemente, zwei faseroptische Elemente 14, 15 vorgesehen. Die einzelnen CCD-Sensoren sind gleichen Typs, wie in Figur 2, also mit von der Bildzone räumlich getrennter Speicherzone und anschließendem shift-Register. Wie oben erwähnt, können diese vorteilhafterweise auch ohne Speicherzone ausgebildet sein.

Die Signalverarbeitung wird anhand des Prinzipschaltbildes nach Figur 4 erläutert. Danach werden die aus der Detektoranordnung (CCD-Sensor/Sensoren) gewonnenen Signale nach Signalaufbereitung an einen A/D-Wandler 16 gegeben, an den sich ein digitales Bildverarbeitungssystem mit einer Vorverarbeitungseinheit 17, einem Bildspeicher 18, einer Bildausleseeinheit 19, einem Monitor 20 und einem Rechner 21 anschließen. Mit 22 ist schließlich ein später noch näher erläuterter Taktgenerator bezeichnet, mit dem die CCD-Sensoren angesteuert werden. Vorteilhafterweise können auch entsprechend den K-Gruppen von Spalten K-shift-Register, K-Signalaufbereitungen und K-A/D-Wandler verwendet werden.

Die am Ausgang eines shift-Registers 11c des CCD-Sensors 11 (Fig. 2) anliegenden Bildinformationen werden im zugehörigen A/D-Wandler digitalisiert und sodann entweder direkt in den Bildspeicher 18 eingegeben oder nach Vorverarbeitung in der Einheit 17 im Bildspeicher 18 abgespeichert.

Der Rechner 21 gibt hierzu die notwendigen Steuer- bzw. Auslesebefehle.

Die direkte Eingabe der vom A/D-Wandler erhaltenen Signale in den Bildspeicher 18 ist dann vorteilhaft, wenn letzterer bei vertretbarem Kostenaufwand bzw. Bauvolumen eine entsprechend große Kapazität aufweist. In diesem Falle werden die Daten während eines Umlaufs der Dreheinheit zunächst nur abgespeichert und erst nach Abschluß der Aufnahme, also nach Umlauf des Strahlers um den Patientenkopf, verarbeitet, d.h. in der einer Filmaufnahme entsprechenden Geschwindigkeit aufaddiert. Wenngleich hierzu eine relativ große Datenmenge verarbeitet werden muß, so hat diese Lösung den Vorteil, daß eine Darstellung mehrerer beliebiger Schichten möglich ist.

Ist die unter vorgenanntem Gesichtspunkt notwendige Bildspeicherkapazität nicht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand zu erhalten, so kann es vorteilhaft sein, die besagte Vorverarbeitungseinheit 17 zwischenschalten. Diese Vorverarbeitungseinheit enthält einen Zwischenspeicher und einen Arithmetikprozessor, wodurch die digitalen Daten aus dem A/D-Wandler entsprechend einem Steuerbefehl aus dem Rechner 21 zeitgerecht addiert, d.h. so zusammengesetzt werden, daß ein Schichtbild einer gewünschten Schichtlage entsteht. Die hieraus resultierenden, aufgearbeiteten Daten werden anschließend in den Bildspeicher 18 gegeben. Durch die Zwischenschaltung der Vorverarbeitungseinheit 17 kann also ein Bildspeicher mit kleinerer Kapazität verwendet werden. Allerdings ist die Schichtlage durch Zwischenschalten einer solchen Vorverarbeitungseinheit festgelegt, d.h. die Schichtlage kann nicht mehr in gewissen Grenzen verändert werden, im Gegensatz zu der vorerwähnten Alternativanordnung ohne Vorverarbeitungseinheit, wo die Bilddaten erst nach einer Aufnahme zu einem Schichtbild zusammengesetzt werden.

Zwischen beiden Möglichkeiten kann auch ein Kompromiß vorgesehen sein, gemäß dem in der Vorverarbeitungseinheit 17 vor der Abspeicherung in den Bildspeicher mehrere benachbarte Bildspalten zeitgerecht aufaddiert werden und die Addition dieser Spalten zu einer Bildspalte nach Abspeicherung erfolgt.

Nachstehend sei die Bildentstehung kurz erläutert:

Der Patient wird von einem durch ein im Röntgenstrahler 3 befindliche Primärblende begrenzten rechteckigen spaltförmigen Strahlenbündel durchstrahlt. Der Strahl trifft auf den Sekundärspalt 8 der Sekundärblende 7 und trifft sodann auf die Szintillatorschicht 9, wird dort in sichtbare Strahlen umgewandelt, die schließlich vom CCD-Sensor aufgenommen werden. Die vom CCD-Sensor aufgenommenen Signale sind proportional der Strahlungsintensität der dem Patienten Kopf durch-

dringenden Röntgenstrahlung.

Bei konventioneller Schichtaufnahmetechnik wird hinter der Sekundärblende, also hinter dem Sekundärspalt 8, ein zu belichtender Röntgenfilm mit einer bestimmten Geschwindigkeit vorbeigezogen, wobei die gewählte Geschwindigkeit die Lage der tomographischen Schicht beeinflußt, d.h. durch Änderung der Filmgeschwindigkeit kann die tomographische Schicht geändert werden. Im vorliegenden Falle, wo der Röntgenfilm durch eine elektronische Detektoranordnung ersetzt wird, werden die am Detektor entstehenden Signale, wie nachfolgend näher erläutert, in bestimmter Weise zu einem auf einem Monitor wiedergebbaren Panorama-Schichtbild verarbeitet.

Anhand der Figuren 5 und 6 wird zunächst die Beziehung zwischen Sekundärspalt und der Bildzone des CCD-Sensors erläutert. Es wird davon ausgegangen, daß der Sekundärspalt 8 auf der Bildzone eines oder mehrerer CCD-Sensoren abgebildet wird. Das Abbildungsverhältnis in x-Richtung, also senkrecht zur Längsausdehnung des Sekundärspaltes 8, beträgt dabei $1 : n_x$ und in y-Richtung $1 : n_y$. Nachdem der Sekundärspalt eine Breite von etwa 5 mm und die heute verwendbaren CCD-Sensoren eine Bildzonenbreite von 8 mm haben, beträgt im Betrachtungsfalle $n_x = 1$. Je nach Anzahl und Größe der verwendeten Bildsensoren kann der Abbildungsmaßstab n_y in Spaltlängsrichtung zwischen 1 und etwa 20 liegen.

Ein Bildpunkt (Pixel) auf der CCD-Bildzonenfläche mit den Abmessungen $a \cdot b$ (a = Zeilenabstand, b = Spaltenabstand) entspricht einem Pixel von $(n_x a) \cdot (n_y b)$ in der Sekundärspaltebene. In der vereinfachten Übersicht nach Figuren 4 und 5 entsprechen also 1 bis n Licht-Bildpunkte im Sekundärspalt 1 bis n Ladungs-Bildpunkten im CCD-Sensor. In Richtung der Längsausdehnung des Sekundärspaltes gilt Analoges. Demgemäß wird eine Linie in Richtung des Sekundärspaltes auf einer CCD-Zeile abgebildet.

Durch Anlegen entsprechender Taktimpulse über den Taktgenerator 22 wird das Bild aus der Bildzone 11a in die Speicherzone 11b transportiert und von dort über das shift-Register 11c ausgelesen und in den A/D-Wandler eingegeben. Bei Normalbetrieb, d.h. in der Standardtaktfolge eines CCD-Sensors beträgt die Bildintegrationszeit etwa 20 ms. Danach wird das Bild in die Speicherzone getaktet. Hierzu sind so viele Takte notwendig, wie der CCD-Sensor Zeilen hat. Unter Zugrundelegung eines CCD-Typs mit 300 Zeilen und eines Taktes von 2 μ s ist die Bildzone also nach ca. 0,6 ms entleert und kann dann sofort ein neues Bild aufnehmen. Während bei konventioneller Schichtaufnahmetechnik der Film mit einer bestimmten Geschwindigkeit hinter dem Sekundärspalt vorbeibewegt wird, also während der Bewegung des Filmes

die am Sekundärspalt befindliche Bildinformation über einen bestimmten Zeitraum auf dem Bild integriert wird, wird gemäß der Erfindung diese Integration der Bildinformation elektronisch imitiert, indem das am Szintillator entstehende Lichtbild auf der Oberfläche des CCD-Sensors abgebildet und das entstehende Ladungsbild in einer bestimmten Taktfolge aus der Bildzone in die Speicherzone getaktet und dann zeilenweise über das shift-Register ausgetaktet wird. Die Taktfolge ist dabei so gewählt, daß das Ladungsbild, bezogen auf die Sekundärspaltebene, die gleiche Geschwindigkeit in x-Richtung hat, die ein Film bei konventioneller Schichtaufnahmetechnik haben würde. Die ermittelte Taktfrequenz steht in folgender Beziehung zu der Äquivalent-Geschwindigkeit (v) eines Filmes:

$$f_{\text{Takt}} = \frac{v}{n_x \cdot a}$$

wobei f_{Takt} die Anzahl der Zeilen pro Sekunde und ($n_x \cdot a$) den CCD-Zeilenabstand, bezogen auf die Sekundärspaltebene, angibt. Bei einer typischen Filmgeschwindigkeit von 30 mm/s und einem Zeilenabstand von 20 μ m und unter Zugrundelegung eines Abbildungsverhältnisses von 1:1 in x-Richtung würde sich eine Taktfrequenz von 1.500 Hz ergeben.

Der Vorgang der Bildintegration sei hier nicht weiter erläutert. Hierzu wird auf die eingangs erwähnte deutsche Patentanmeldung P 37 04 558 verwiesen, in der die Diagrammfolgen zur Erläuterung der Bildintegration aufgezeigt sind.

Wie bereits angesprochen, ist das Vorhandensein einer Speicherzone beim CCD-Sensor nicht zwingend notwendig; es kann vielmehr vorteilhaft sein, die Ladungen aus der Bildzone zeilenweise direkt in das shift-Register zu schieben und dort auszutakten. Damit läßt sich ein unnötiger Ladungstransport vermeiden.

In Betrachtung der Figur 6 sei angenommen, daß der CCD-Sensor 11 in Spalten b_1 bis b_m unterteilt ist. Wie bereits erläutert, wird durch Integration und Bewegen der Ladungen in der Bildzone 11a ein Ladungsbild erzeugt, das einem belichteten Bereich auf einem konventionell bestrahlten Röntgenfilm entspricht. Die Ladungen werden spaltenweise von einer CCD-Zeile zur nächsten verschoben und in die Speicherzone 11b oder direkt in ein Schieberegister 1c ausgetaktet. Die Geschwindigkeit, mit der dieser Vorgang erfolgt, wird von der Schiebe-Taktfrequenz vorgegeben. Eine scharf abgebildete Schicht ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$f = \frac{v}{a} \cdot \frac{d}{(1-d)}$$

Dabei bedeuten:

d = Abstand Film zu Objekt

l = Abstand Film zu Strahlenquelle

v = Geschwindigkeit Strahlenquelle senkrecht zum Objekt

a = CCD-Zeilenbreite

f = Taktfrequenz

Das Produkt $a \cdot f$ entspricht der Filmgeschwindigkeit bei konventioneller Röntgenaufnahmetechnik.

Wie anhand der Figur 7 aufgezeigt, werden einige der CCD-Spalten b_1 bis b_m mit unterschiedlichen Taktfrequenzen t_1 bis t_k angesteuert. Jede Taktfrequenz entspricht dabei einer Aufnahmeschicht. Die Ansteuerung kann gleichmäßig verteilt über den CCD-Sensor erfolgen; vorteilhaft ist es jedoch, die unterschiedliche Ansteuerung der Spalten auf bestimmte Flächenbereiche des CCD-Sensorelements, bzw. dann, wenn mehrere CCD-Sensorelemente einen Sekundärspalt abdecken, auf bestimmte Bereiche des Sekundärspaltes zu konzentrieren. Eine solche Konzentration auf bestimmte Flächenbereiche ist z.B. dann angebracht, wenn in manchen Bildbereichen mehrere Schichten erfaßt werden sollen und dabei eine Reduzierung der Bildauflösung in Kauf genommen werden kann, während in anderen Bildbereichen eine einzige Schicht genügt. Die Figur 7 zeigt eine solche Konzentration auf dem oberen Flächenabschnitt des CCD-Sensors. Im Ausführungsbeispiel werden mit der Taktfrequenz t_1 die Spalten b_2 , b_4 , b_6 , b_8 und b_{10} , mit der Taktfrequenz t_2 die Spalten b_3 , b_7 und b_{11} und mit der Taktfrequenz t_3 die Spalten b_1 , b_5 , b_9 und b_{12} und danach jede weitere Spalte angesteuert. Dies bedeutet, daß im oberen Abschnitt des CCD-Elements die Spalten mit drei verschiedenen, unterschiedlichen Schichten entsprechenden Taktfrequenzen angesteuert werden, während ab der zwölften Spalte der Sensor nur mit einer Taktfrequenz angesteuert wird. In der dargestellten Ausführung lassen sich also im oberen Bildabschnitt drei verschiedene Schichten entsprechend den Taktfrequenzen t_1 , t_2 und t_3 erfassen, während im unteren Bildabschnitt lediglich eine Schicht, nämlich die Schicht entsprechend der Taktfrequenz t_3 abgebildet wird.

Vorteilhafterweise werden die mit gleicher Taktfrequenz angesteuerten Spalten zu Gruppen zusammengefaßt angesteuert; denkbar ist jedoch auch eine Einzelansteuerung. Zur Ansteuerung besitzt jede Spalte einen entsprechenden Takteingang, der, entsprechend Figur 4, mit dem Taktgenerator 22 verbunden ist.

Die Taktfrequenzen t_1 bis t_k können vorteilhafterweise so aufgeteilt werden, daß vom Kiefer keine ebene, sondern eine gekrümmte Schicht aufgenommen wird.

Mit Hilfe des Rechners 21 und der Bildverarbeitungseinheit 17 lassen sich alle gewünschten Schichten unabhängig voneinander darstellen, weitere Zwischenschichten berechnen und auch mehrere Schichten zu einer Schicht mit größerem Tiefenschärfenbereich zusammenfassen.

Davon ausgehend, daß eine Veränderung des Tiefenschärfenbereiches durch eine Änderung der Breite der aktiven Sensorfläche erzielbar ist, wird gemäß einer Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, durch wahlweises Passivieren von am Rand der Bildzone liegenden CCD-Zeilen die Breite des Spaltes während der Aufnahme "künstlich" zu beeinflussen. Das Passivieren bzw. Abtrennen von Zeilen läßt sich durch Ableiten von Ladungen in das Substrat (Masse) des CCD-Sensors erreichen. Ein solches elektrisches Abkoppeln der Ladungen kann vorteilhafterweise dadurch geschehen, daß auf dem CCD-Sensor integrierte Analog-Schalter vorgesehen sind, die von außen über entsprechend vorgesehene Signalleitungen aktiviert werden. Durch entsprechendes Aktivieren kann die aktive Sensorfläche beeinflusst werden, wobei einer größeren aktiven Sensorfläche ein kleinerer Tiefenschärfenbereich entspricht.

Anhand der Figuren 8 bis 10 wird eine Möglichkeit des Aus- bzw. Abkoppelns von Ladungen beschrieben, wobei als CCD-Sensor einer mit getrennter Bild- und Speicherzone oder ohne Speicherzone verwendet werden kann. Die Figur 8 zeigt zunächst in einer Prinzipdarstellung die Anordnung der fotoempfindlichen Zellen und Elektroden eines CCD-Sensors.

Es wird davon ausgegangen, daß jedes Pixel eines CCD-Sensors aus vier Bereichen besteht

- den fotoempfindlichen Zellen a_{11} , a_{12} , a_{13} ... a_{1n} , welche in der Darstellung für n-Zeilen in jeder Spalte b_1 , b_2 ... b_m untereinander gezeichnet sind
- den Sperrelektroden c_{11} , c_{12} , c_{13} ... c_{1n} für jede Zelle mit (nicht dargestellten) Anschlüssen zum Steuern des Abkoppelvorganges
- den Potentialgräben d_1 , d_2 ... d_m , in die die Ladungen nach dem Abkoppeln "abgesaugt" und zur Masse (Substrat des CCD-Sensors) geleitet werden und
- den Trennzonen e_1 , e_2 ... e_n zwischen den einzelnen Spalten b_1 , b_2 ... b_m .

Wie die Figuren 9 und 10 zeigen, liegen die vier Bereiche auf vier verschiedenen Spannungspotentialen (U), wobei, wie durch den Pfeil angegeben, die Pfeilspitze auf ein höheres Spannungspotential deutet.

Normalerweise fließen die Ladungen zeilenweise (Zeilen 1, 2 ... n) von a_{11} , a_{12} ... a_{1n} bis zur

Bildspeicherzone bzw., wenn eine solche nicht vorhanden ist, direkt bis zum Schieberegister. Die Verteilung der Spannungspotentiale für diese vier Bereiche ist in diesem Zustand in Figur 9 dargestellt.

Wird an einer bestimmten Stelle, z.B. bei c_{13} , die Sperrelektrode aktiviert, d.h. wird über einen entsprechenden Anschluß dort ein Signal gesetzt, so fallen sämtliche Ladungen von a_{11} bis a_{13} in den Potentialgraben d_1 , wodurch diese Ladungen gelöscht werden. Dieser Zustand ist vereinfacht in Figur 10 dargestellt.

Durch gezieltes Ansteuern bestimmter Sperr-elektroden kann der Ladungstransport an einer bestimmten Stelle der Bild ebene unterbrochen und dadurch, wie oben bereits erwähnt, der Tiefen-schärfenbereich variiert werden.

Ansprüche

1. Zahnärztliche Röntgendiagnostikeinrichtung zur Erstellung von Panorama-Schichtaufnahmen vom Kiefer eines Patienten, enthaltend folgende Merkmale:

a) eine um eine vertikale Achse drehbare Einheit (1), die Träger einerseits einer Röntgenstrahlenquelle (3) und andererseits einer Blende (7) mit Sekundärspalt ist,

b) Mittel (9) zur Konversion der Röntgenstrahlen in sichtbare Strahlen,

c) eine Detektoranordnung (11) zur Bildung elektrischer Signale proportional zur Strahlungsintensität,

d) einen mit der Detektoranordnung verbundenen A/D-Wandler (16), der die von der Detektoranordnung gewonnenen Spannungen digitalisiert,

e) einen Bildspeicher (18),

f) eine Datenverarbeitungseinrichtung mit Rechner (21), welche aus den von der Detektoranordnung während eines Aufnahmeablaufs gelieferten Signalen ein Übersichtsbild berechnet,

g) eine an die Datenverarbeitungseinrichtung angeschlossene Bildwiedergabeeinrichtung (20),

h) die Detektoranordnung enthält ein oder mehrere CCD-Sensoren (11), die so angeordnet sind, daß sich auf deren Bildzone (11a) der Sekundärspalt (8) abbilden läßt, wobei eine Linie in Richtung der Längsausdehnung des Spaltes auf einer CCD-Zeile abgebildet wird,

i) mit dem CCD-Sensor (11) ist ein Taktgenerator (22) verbunden, durch dessen Taktimpulse Lichtbilder (LiB) im Sekundärspalt (8) entsprechende Ladungsbilder (LB) zu einem Gesamtladungsbild (LBges.) aufaddiert werden, wobei die Ladungsbilder (LB) aus der Bildzone (11a) gegebenenfalls in eine Speicherzone (11b) transportiert und danach über ein shiftRegister (11c) ausgelesen

und anschließend in den A/D-Wandler (16) gegeben werden,

j) die Taktfrequenz (f_{Takt}) des Taktgenerators (22) ist so gewählt, daß die Ladungsbilder (LB) mit der gleichen Geschwindigkeit (v) zeilenweise über das shift-Register (11c) ausgetaktet werden, mit der ein Röntgenfilm bei konventioneller Aufnahmetechnik relativ zum Sekundärspalt (8) bewegt wird.

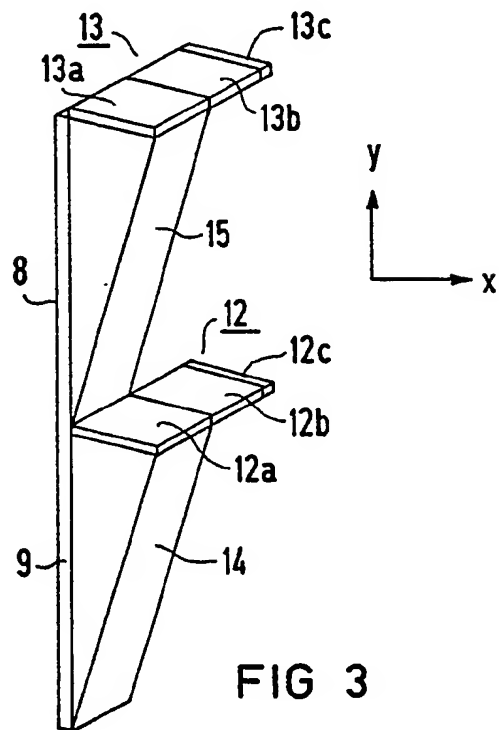
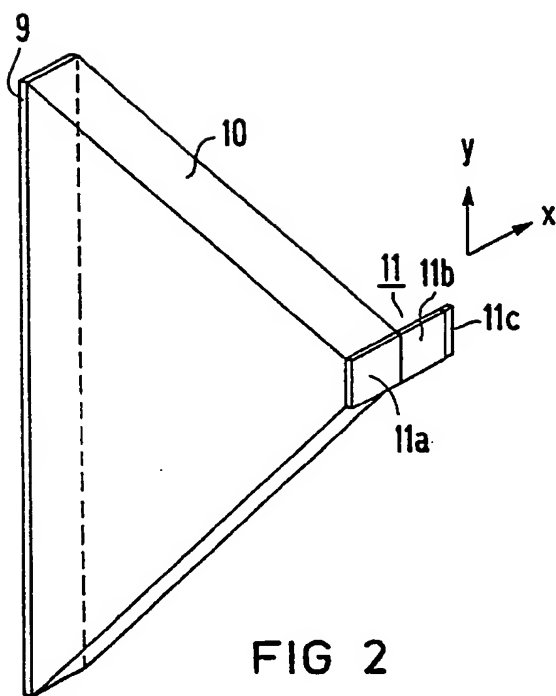
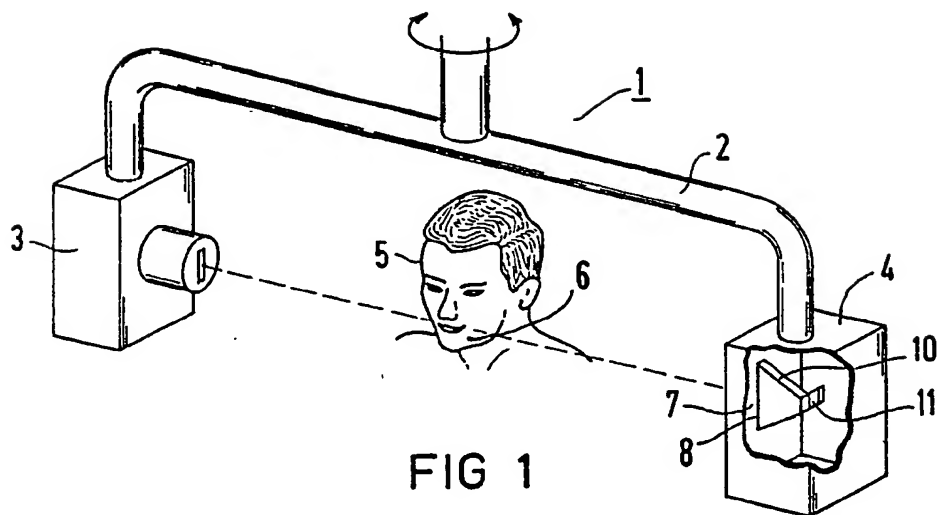
k) zumindest einige der CCD-Spalten (b_1 bis b_m) werden einzeln oder zu Gruppen ($b_{2/1}$, $b_{4/1}$... $b_{10/1}$; $b_{3/2}$, $b_{7/2}$, $b_{11/2}$) zusammengefaßt über getrennte Takteingänge mit unterschiedlicher Taktfrequenz (t_1 , t_2 , t_3 ... t_k) angesteuert.

2. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die unterschiedliche Ansteuerung der CCD-Spalten (b_1 ... b_m) auf bestimmte Flächenbereiche des CCD-Sensors (11) bzw. der Sensoranordnung (12, 13) konzentriert ist.

3. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Taktfrequenzen (t_1 bis t_k) mit Hilfe eines Taktgenerators (22) so aufteilbar sind, daß vom Kiefer eine gekrümmte Schicht aufgenommen wird.

4. Röntgendiagnostikeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch elektrisches Abkoppeln von Ladungen am Rand der Bildzone (11a) des CCD-Sensors (11) die Breite der aktiven Sensorfläche (8) und damit die Tiefenschärfe der erstellten Schicht veränderbar ist.

5. Röntgendiagnostikeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abkoppeln der Ladungen durch Unterbrechung des Ladungstransportes erfolgt, zu welchem Zweck der CCD-Sensor (11) integrierte Analogschalter enthält, die bestimmte Ladungen zum Substrat des CCD-Sensors bzw. zur Masse ableiten.



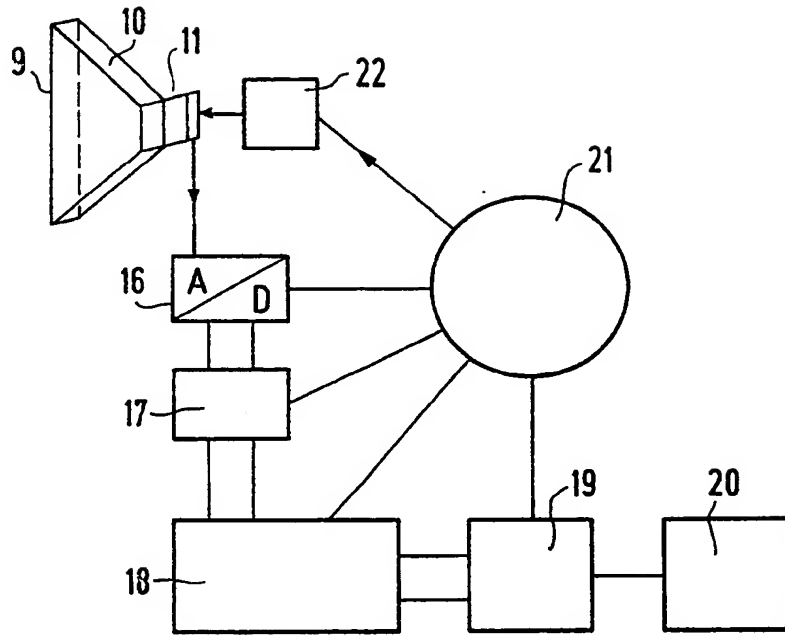


FIG 4

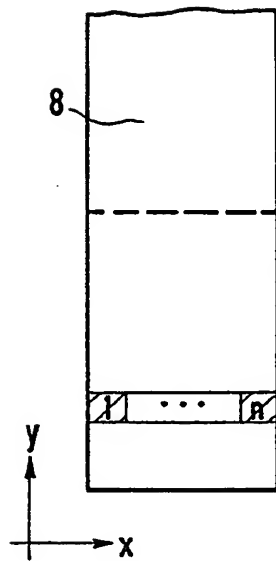


FIG 5

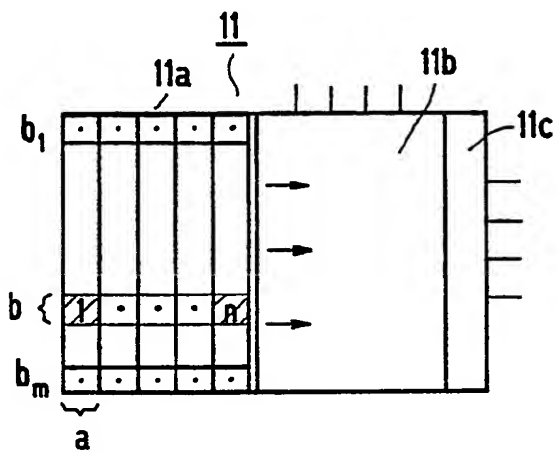
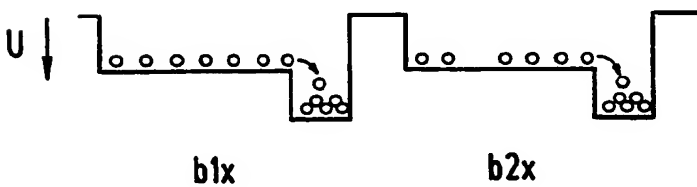
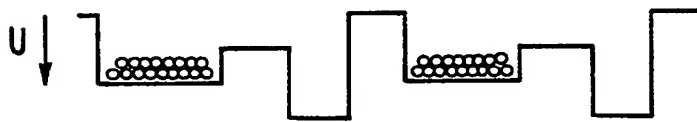
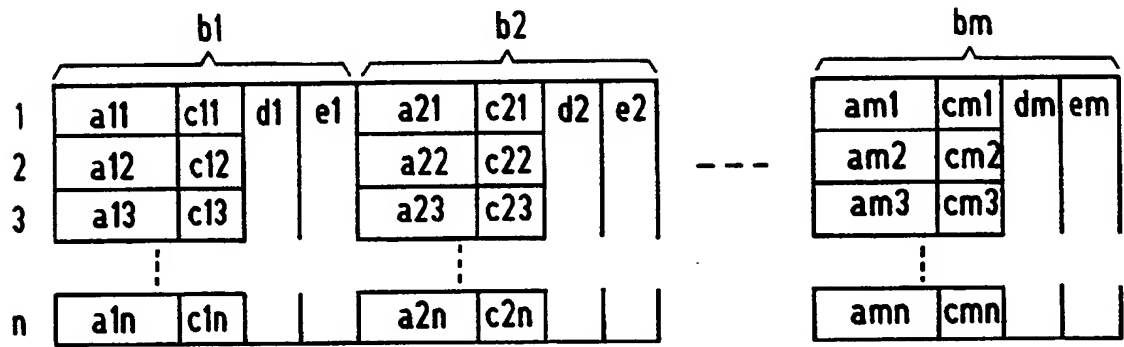
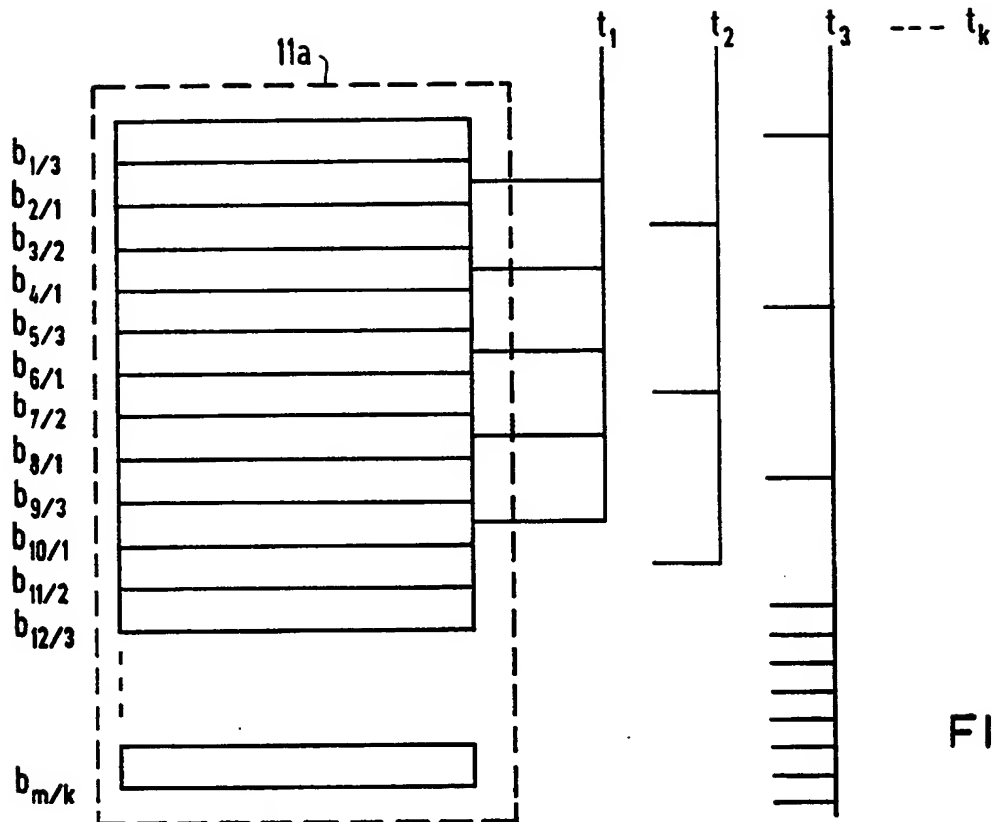


FIG 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 11 4016

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	FR-A-2 367 478 (SIEMENS AG) * Figur 1; Seite 2, Zeile 27 - Seite 3, Zeile 31 *	1	A 61 B 6/14 A 61 B 6/03 G 01 T 1/00
A	EP-A-0 138 625 (PICKER INTERNATIONAL) * Zusammenfassung; Figuren 1-12; Seite 16, Zeile 11 - Seite 34, Zeile 10 *	1	
D,A P	EP-A-0 279 294 (SIEMENS AG) * Figuren 1-6; Spalte 2, Zeile 1 - Spalte 8, Zeile 15 *	1,3	
A,P	EP-A-0 279 293 (SIEMENS AG) * Figuren 1,2; Seite 1, Zeile 31 - Seite 4, Zeile 9 *	1,3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			A 61 B G 01 T H 04 N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14-11-1989	Prüfer CHEN A.H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)